

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Pompa

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (suction) dengan bagian tekan (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan fluida dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. (Syamarianto, 2011).

2.2 Karakteristik Pompa

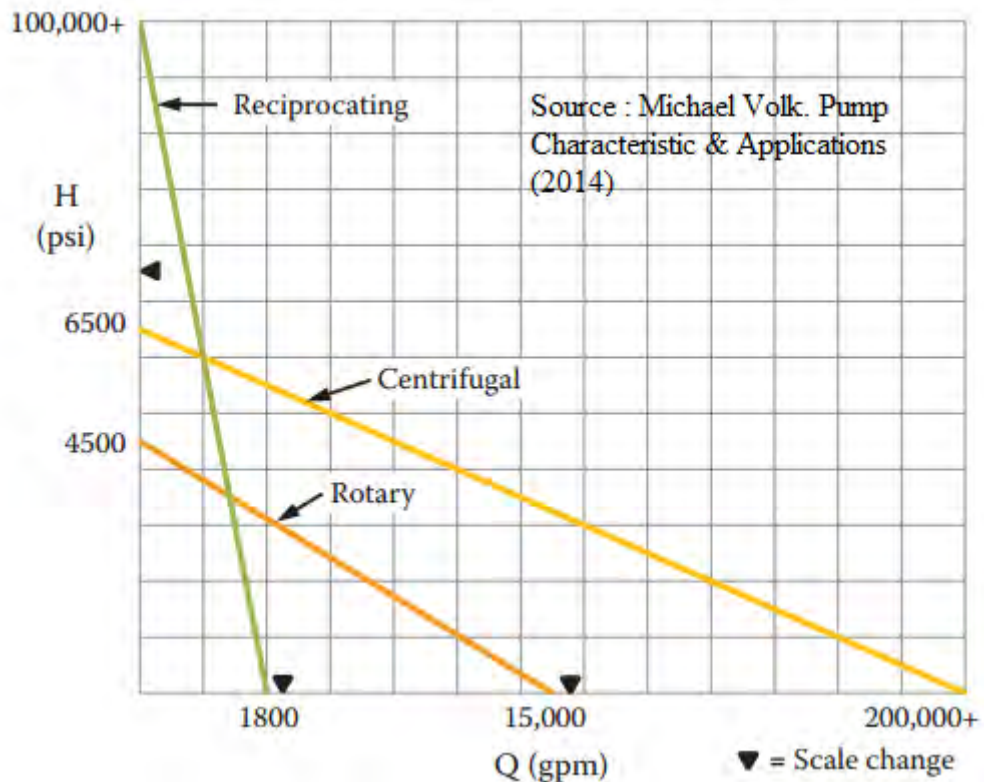
Karakteristik pompa adalah kemampuan pompa untuk mengalirkan fluida dengan ketinggian tertentu pada berbagai debit. Hubungan debit dengan tekanan adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi tekanan fluida maka debit yang didapatkan akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya (Wulan Damayanti, 2015) .

Pada percobaan, besarnya debit fluida cair dipengaruhi oleh besarnya tekanan pompa. Semakin besar tekanan yang diterima fluida cair maka kecepatan alirnya akan semakin kecil juga sesuai dengan persamaan Bernoulli :

$$\frac{\Delta P}{\rho} + \frac{V^2}{2} + g \cdot h = C \quad (1)$$

Hubungan antara tekanan fluida dan head pompa adalah berbanding lurus. Semakin besar tekanan pompa *head* pompa akan semakin semakin besar, sesuai dengan persamaan :

$$\text{Head Pompa} = \Delta P / \rho \quad (2)$$

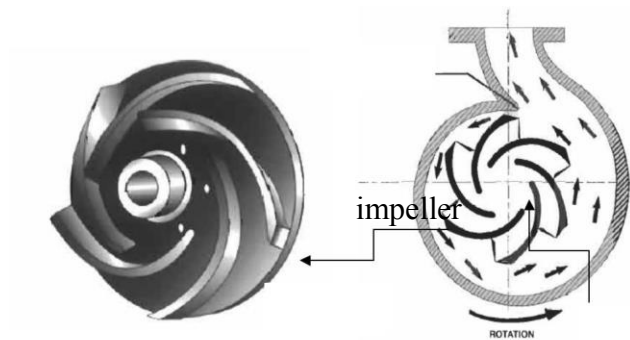


Grafik 2.1 Karakteristik tiap pompa

Sumber : Michael Volk 2014

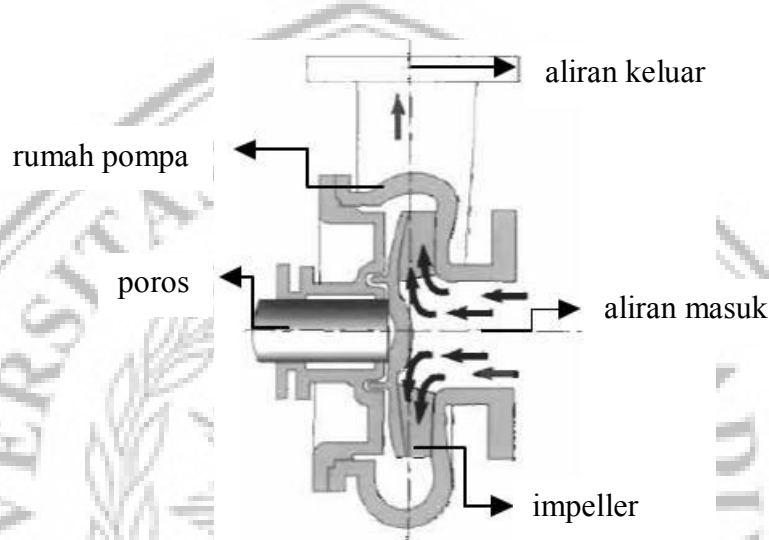
2.3 Prinsip Kerja Pompa

Pada pompa terdapat sudu-sudu impeller [gambar 2.1] yang berfungsi membawa zat cair dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi [gambar 2.2]. Impeler dipasang pada poros pompa yang berhubungan dengan motor penggerak, biasanya motor bakar atau motor listrik.



Gambar 2.1 Penampang Impeller dan perubahan energi pompa.

sumber : samsudin Anis 2008



Gambar 2.2 Proses pemompaan

sumber : Samsudin Anis 2008

Poros pompa akan berputar jika penggeraknya berputar. Karena poros pompa memutar impeller dengan sudu-sudu impeller memutar zat cair yang ada didalamnya akan ikut berputar sehingga tekanan dan kecepatannya naik dan terlempar dari tengah pompa ke saluran yang berbentuk volut atau spiral dan disalurkan keluar melalui nosel.

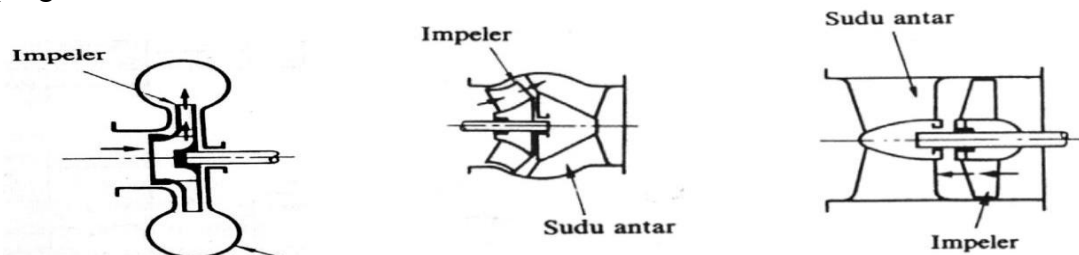
Jadi fungsi impeller pompa adalah merubah energi mekanik yaitu putaran impeller menjadi energi fluida (zat cair). Jadi, zat cair yang masuk pompa akan mengalami penambahan energi. Penambahan energi pada zat cair mengakibatkan pertambahan head tekan, head kecepatan dan head potensial. Jumlah dari ketiga

bentuk head tersebut dinamakan head total. Head total pompa juga dapat didefinisikan sebagai selisih head total (energi persatuan berat) pada sisi hisap pompa dengan sisi tekan pompa.

2.4 Klasifikasi Pompa

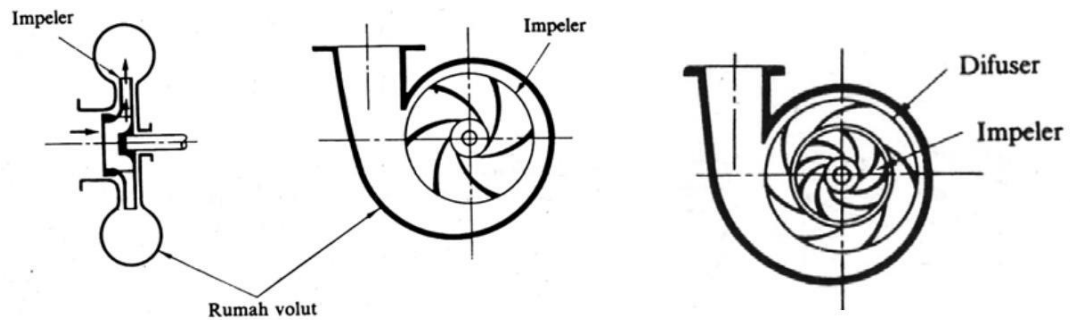
Menurut bentuk impellernya pompa sentrifugal diklasifikasikan menjadi tiga yaitu impeller aliran radial, impeller aliran axial dan impeller aliran radial dan axial [gambar 2.3]. Pompa radial mempunyai konstruksi yang mengakibatkan zat cair keluar dari impeler akan tegak lurus dengan poros pompa. Kebalikannya untuk pompa axial arah alirannya sejajar dengan poros pompa, sedangkan pompa aliran campuran arah aliran berbetuk kerucut mengikuti bentuk impelernya.

Menurut bentuk rumah pompa, pompa dengan rumah berbentuk volut disebut dengan pompa volut, sedangkan rumah dengan difuser disebut pompa difuser [gambar 2.5]. Pada pompa difuser, dengan pemasangan difuser pada sekeliling luar impelernya akan memperbaiki efisiensi pompa dan menambah kokoh rumah pompa. Dengan alasan itu, pompa jenis ini banyak dipakai pada pompa besar dengan head tinggi. Berbeda dengan pompa jenis tersebut, pompa aliran campuran sering tidak menggunakan difuser, tetapi rumah volut sehingga zat cair lebih mudah mengalir dan tidak tersumbat, pompa jenis ini banyak dipakai pada pengolahan limbah.



Gambar 2.3 Klasifikasi pompa berdasarkan bentuk impeller

sumber : Samsudin Anis 2008

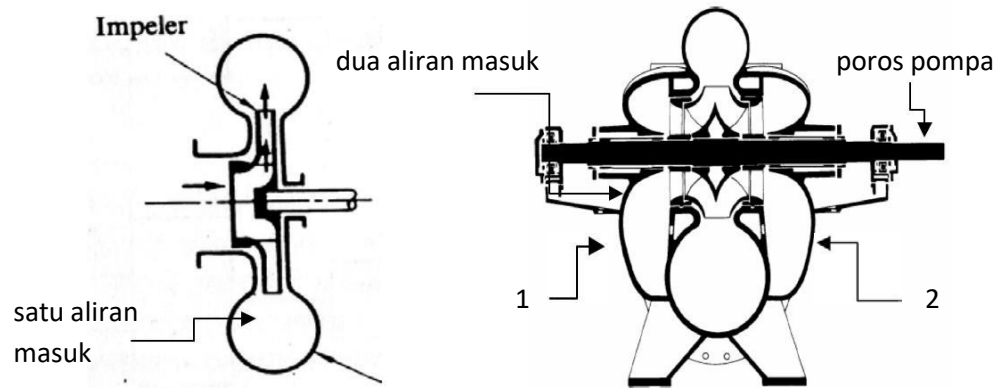


Gambar 2.4 Klasifikasi pompa berdasarkan rumah pompa

sumber : Samsudin Anis 2008

Menurut jumlah aliran yang masuk, pompa sentrifugal diklasifikasikan menjadi pompa satu aliran masuk dan dua aliran masuk [gambar 2.5]. Pompa hisapan tunggal banyak dipakai karena konstruksinya sederhana. Permasalahan pada pompa ini yaitu gaya aksial yang timbul dari sisi hisap dapat diatasi dengan menambah ruang pengimbang, sehingga tidak perlu lagi menggunakan bantalan axial yang besar.

Untuk pompa dua aliran masuk banyak dipakai pada pompa berukuran besar atau sedang. Konstruksi pompa ini terdiri dua impeller saling membelakangi dan zat cairan masuk dari kedua sisi tersebut, dengan konstruksi tersebut permasalahan gaya axial tidak muncul karena saling mengimbangi. Debit zat cair keluar dua kali dari debit zat cair yang masuk lewat dua sisi impeller. Pompa ini juga bisa beroperasi pada putaran yang tinggi. Untuk aliran masuk yang lebih dari dua prinsipnya sama dengan yang dua aliran masuk.

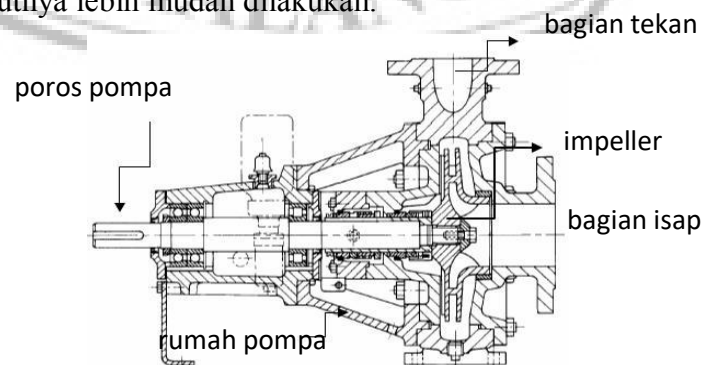


Gambar 2.5 Klasifikasi pompa berdasarkan jumlah aliran masuk

sumber : Samsudin Anis 2008

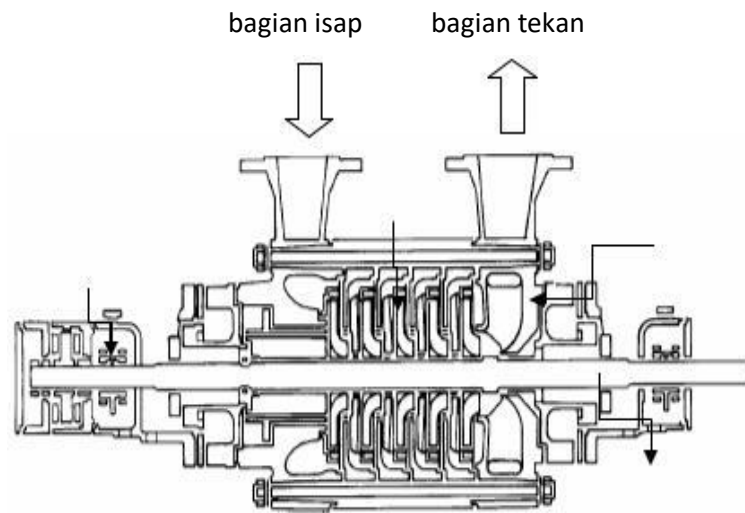
Jika pompa hanya mempunyai satu buah impeller disebut pompa satu tingkat [gambar 2.6], yang lainnya dua tingkat, tiga dan seterusnya dinamakan pompa banyak tingkat [gambar 2.7]. Pompa satu tingkat yang mempunyai satu impeller memiliki head yang relatif rendah. Untuk yang banyak tingkat mempunyai impeller sejumlah tingkatnya. Head totalnya adalah jumlah dari setiap tingkat sehingga untuk pompa ini mempunyai head yang relatif tinggi. Kontruksi impeller biasanya menghadap ke satu arah tetapi untuk menghindari gaya axial yang timbul dibuat saling membelakangi. Pada rumah pompa banyak tingkat, biasanya dipasang diffuser, tetapi ada juga yang menggunakan volute.

Pemasangan diffuser pada rumah pompa banyak tingkat lebih menguntungkan daripada dengan rumah volute, karena aliran dari satu tingkat ketingkat berikutnya lebih mudah dilakukan.



Gambar 2.6 Pompa satu tingkat

sumber : Samsudin Anis 2008

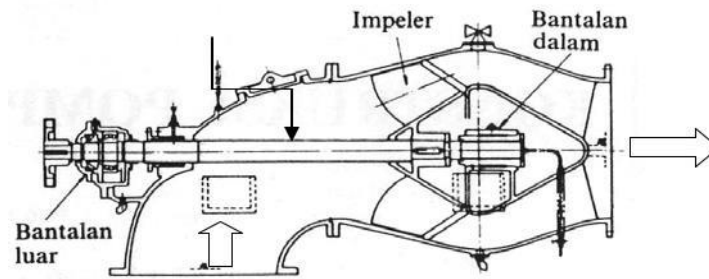


Gambar 2.7 Pompa banyak tingkat (*multistage*)

sumber : Samsudin Anis 2008

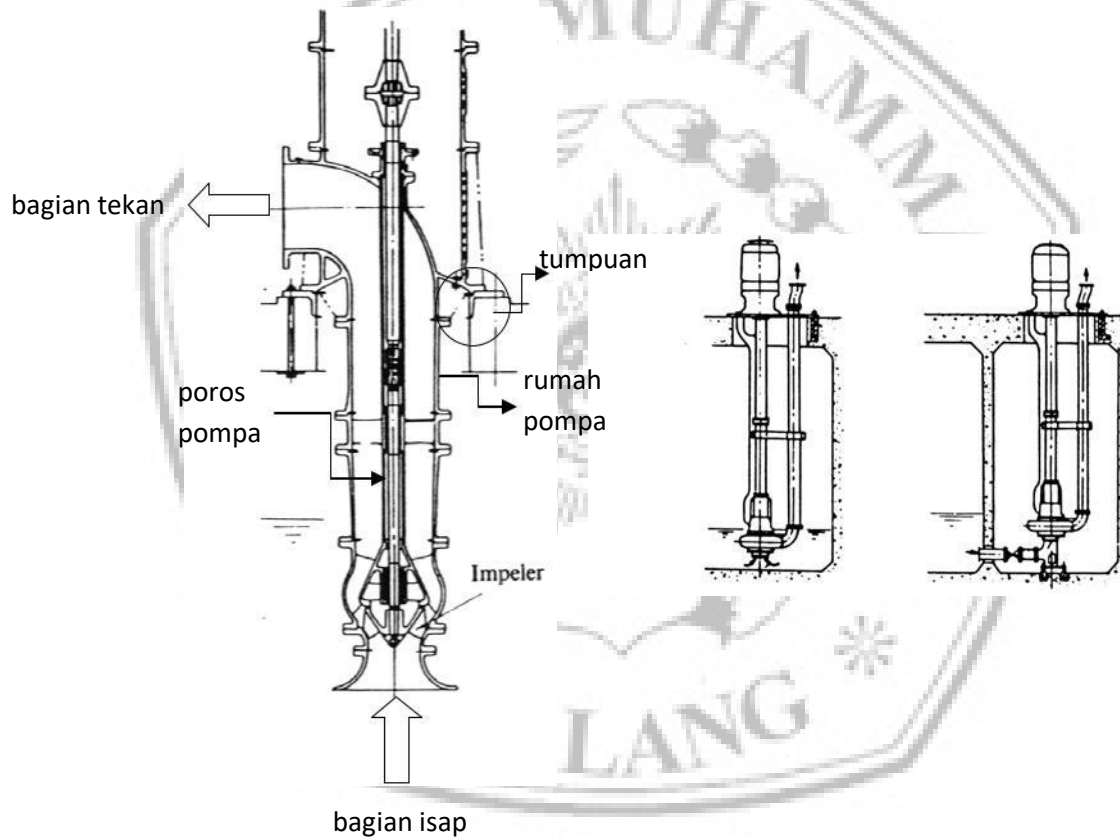
Berdasarkan posisi poros, pompa dibedakan menjadi dua yaitu pompa horizontal [gambar 2.8] dan vertikal [gambar 2.9]. Pompa poros horizontal mempunyai poros dengan posisi mendatar. Sedangkan pompa poros tegak mempunyai poros dengan posisi tegak. Rumah pompa dipasang dengan ditopang pada lantai oleh pipa yang menyalurkan zat cair keluar pompa. Posisi poros pompa adalah tegak dan dipasang sepanjang sumbu pipa air keluar dan disambungkan dengan motor penggerak pada lantai. Poros ditempatkan dengan beberapa bantalan, sehingga kokoh dan biasanya diselubungi pipa selubung yang berfungsi untuk saluran minyak pelumas.

Pompa poros tegak berdasarkan posisi pompanya ada dua macam yaitu pompa sumuran kering dan sumuran basah [gambar 2.9]. Sumuran kering pompa dipasang diluar tadah hisap, sedangkan sumur basah sebaliknya.



Gambar 2.8 Pompa horizontal

sumber : Samsudin Anis 2008

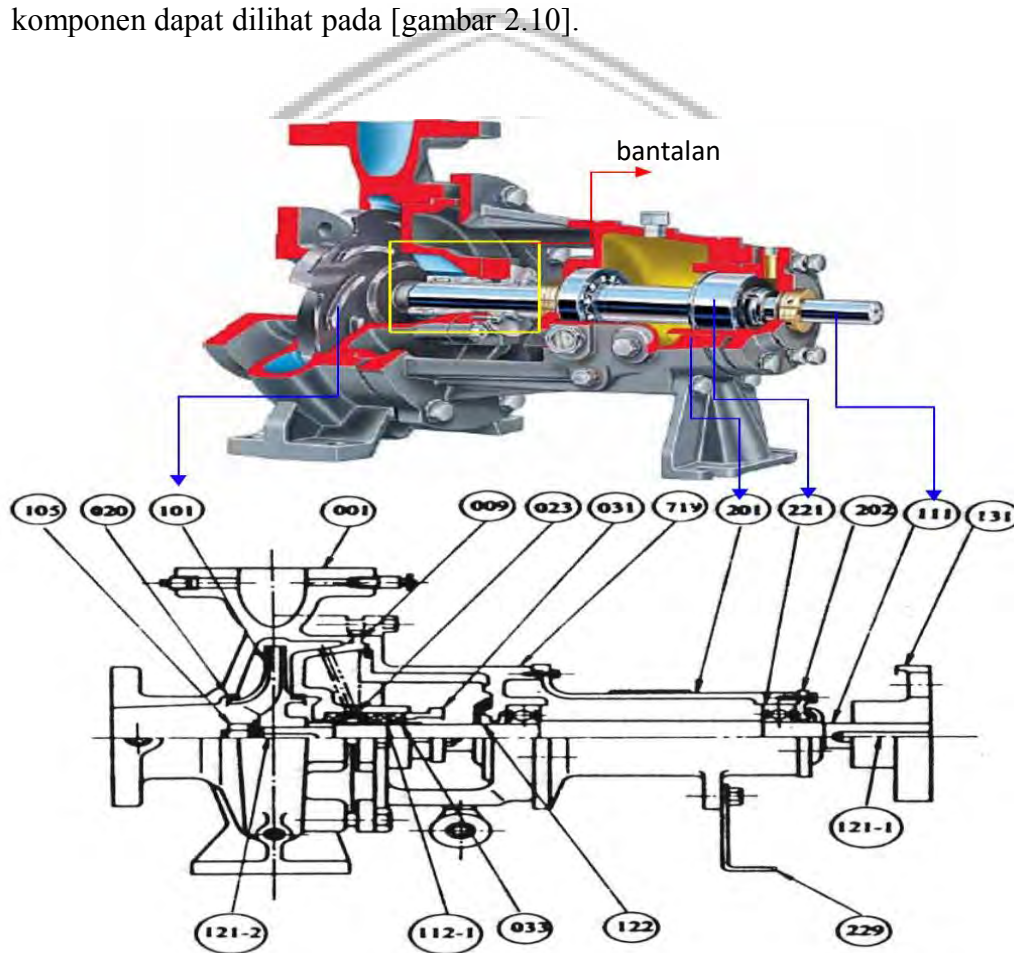


Gambar 2.9 pompa vertikal dan pompa sumuran kering dan basah

sumber : Samsudin Anis 2008

2.5 Kontruksi Pompa

Komponen penting dari pompa sentrifugal adalah komponen yang berputar dan komponen tetap. Komponen berputar terdiri dari impeller dan poros, sedangkan komponen yang tetap adalah rumah pompa (casing), bantalan (bearing), komponen lainnya dapat dilihat secara lengkap dan nama-nama komponen dapat dilihat pada [gambar 2.10].

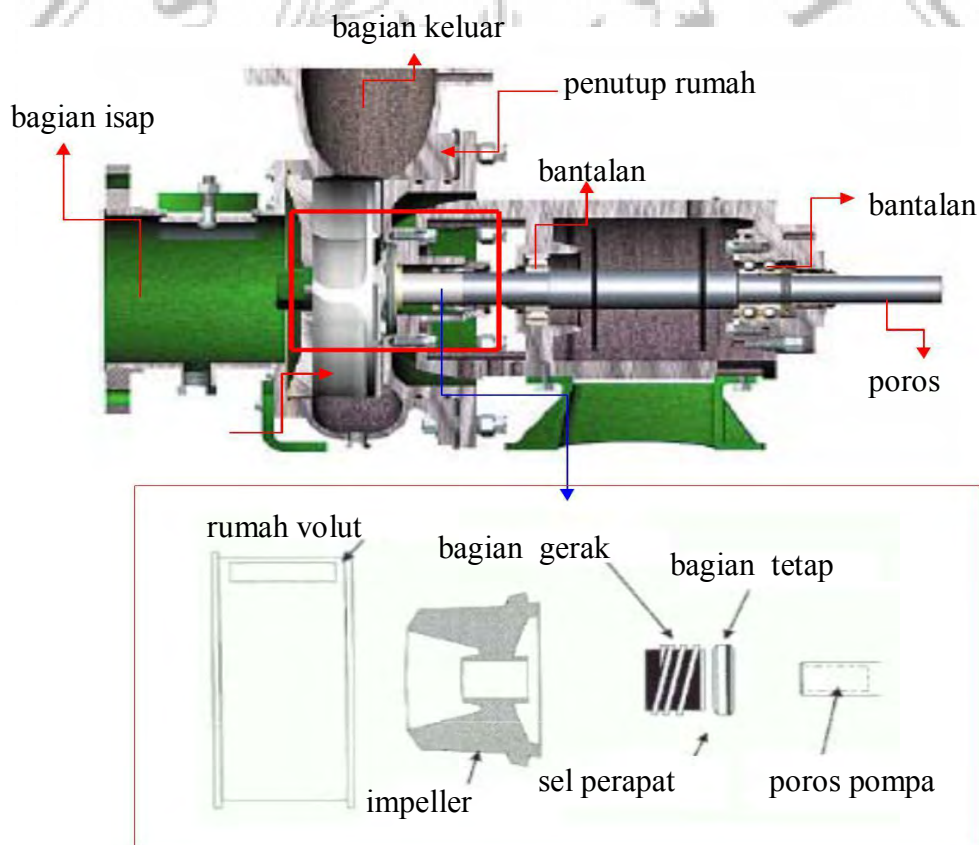


Gambar 2.10 kontruksi pompa

sumber: Karnowo 2008

No.	Nama bagian	No.	Nama bagian	No.	Nama bagian
011	Rumah	101	Impeler	201	Rumah bantalan
009	Tutup rumah	105	Mur impeler	202	Tutup bantalan
020	Cincin penyekat	111	Poros	221	Bantalan bola
023	Cincin perapat	112-1	Selubung	229	Penopang
031	Penekan paking	121-1	Pasak	719	Penyangga
033	Paking	121-2	Pasak		
		122	Cincin pelempar		
		131	Kopling		

Tabel 2.1 Legenda Kontruksi Pompa



Gambar 2.11 Bagian-bagian pada pompa

sumber: Karnowo 2008

2.6 Sifat Dasar Fluida

Definisi dari fluida adalah substansi yang mengalir karena antar partikel satu dengan lainnya bergerak bebas. Secara umum fluida dibagi menjadi fluida *compressible* (mampu mampat) dan *incompressible* (tak mampu mampat). Karakteristik fluida bisa dijelaskan dengan properti fluida. Untuk lebih memahami aliran fluida maka harus mengetahui beberapa sifat-sifat dasar fluida. Adapun sifat-sifat dasar fluida yang perlu diketahui diantaranya yaitu kerapatan, tekanan dan kekentalan.

2.6.1 Kerapatan

Kerapatan (density) dapat diartikan sebagai ukuran konsentrasi suatu zat yang dinyatakan dalam massa persatuan volume. Pada volume fluida yang tetap, massa jenis suatu fluida tetap tidak berubah, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3)$$

Dimana : ρ = rapat massa (kg/m^3)

m = massa fluida (Kg)

v = volume fluida (m^3)

Massa jenis fluida bervariasi tergantung dari jenis fluida tersebut. Pada kondisi atmosfer, massa jenis air adalah 1000 kg/m^3 , massa jenis udara adalah $1,22 \text{ kg/m}^3$. Untuk beberapa fluida, massa jenisnya tergantung pada tekanan

dan temperatur dari fluida tersebut, khusus untuk fluida gas, perubahan keduanya akan sangat mempengaruhi massa jenis gas.

Sedangkan pada fluida cair, pengaruh keduanya kecil. Properti fluida yang lain yang berhubungan langsung dengan massa jenis adalah volume jenis, *specific gravity* dan berat jenis. Volume jenis merupakan kebalikan dari massa jenis yakni volume fluida dibagi dengan massanya. Sedangkan berat jenis adalah massa jenis fluida yang dikalikan dengan percepatan gravitasi atau berat fluida per satuan volume (Sularso, 1994).

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (4)$$

Dimana : ρ = rapat massa (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

Adapun untuk *specific gravity* ialah perbandingan antara massa jenis fluida dengan massa jenis air. Pada kondisi standar (4° C, 1 atm) massa jenis air adalah $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ (Olson, 1990).

$$S = \frac{\rho}{\rho_w} \quad (5)$$

Dimana S = Spesifik Gravitasi

ρ = Rapat massa (kg/m³)

ρ_w = kerapatan air (kg/m³)

2.6.2 Tekanan

Jika permukaan suatu zat menerima gaya dari luar maka pada bagian permukaan zat yang menerima gaya tegak lurus akan mengalami tekanan. Bila gaya yang tegak lurus terhadap permukaan dibagi dengan luasan permukaan disebut dengan tekanan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

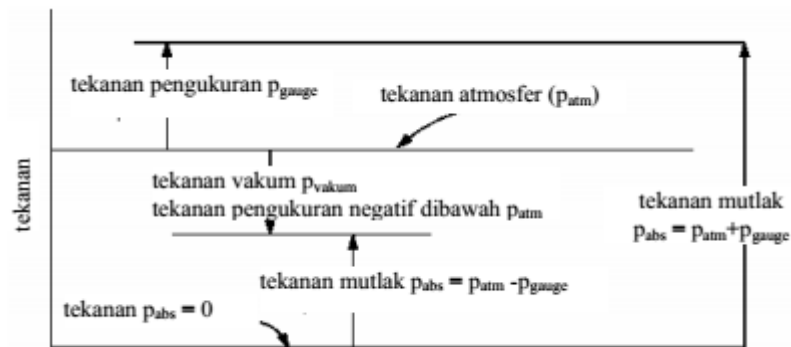
$$P = \frac{F}{A} \quad (6)$$

Dimana P = Tekanan (N/m²)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (m²)

Dari perkalian satuan tersebut menghasilkan satuan tekanan yaitu pascal. Sehingga 1 pascal didefinisikan sebagai gaya sebesar 1 newton yang bekerja pada suatu permukaan seluas satu meter persegi. Tekananpun diklasifikasikan menjadi beberapa macam seperti pada ilustrasi gambar berikut ini, dengan beberapa klasifikasi tersebut tentu alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran juga berlainan, misalnya *vacuum gauge*, *pressure gauge*, *barometer*, *differential pressure*, dll. Berikut ini merupakan gambaran singkat/ definisi dari beberapa tekanan tersebut:



Gambar 2.12 pengukuran tekanan

sumber: Sularso dan Haruo Tahara 2000

1. Tekanan Absolute

Pada gambar diilustrasikan pada garis yang memanjang dari titik referensinya adalah nol pada daerah vakum sempurna.

2. Tekanan Gauge

Tekanan ini diukur dari tekanan atmosfer sebagai referensinya atau dapat dikatakan tekanan nol gauge sama dengan tekanan atmosfer.

3. Tekanan Negatif (*Vacuum Pressure*)

Hampir sama dengan tekanan gauge, namun arah pengukurannya adalah ke arah negatif. Titik referensi nol yang digunakan adalah tekanan atmosfer.

4. Tekanan Barometer

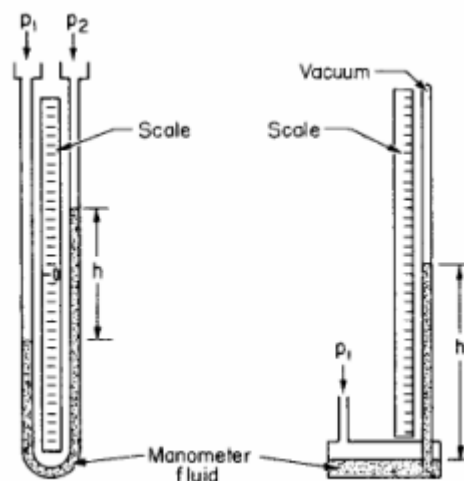
Tekanan yang terukur pada alat barometer, nilai barometer ini adalah nilai tekanan atmosfer

Dalam ilmu termodinamika tekanan secara umum dinyatakan dalam harga absolutnya. Tekanan absolute tergantung pada tekanan pengukuran sistem, yang dapat dijelaskan pada pernyataan sebagai berikut :

1. Bila tekanan pengukuran diatas tekanan atmosfer, maka : tekanan absolute (p_{abs}) = tekanan pengukuran (p_{gauge}) ditambah tekanan atmosfer (p_{atm}). $p_{abs} = p_{gauge} + p_{atm}$.
2. Bila tekanan pengukuran dibawah tekanan atmosfer, maka : tekanan absolute (p_{abs}) = tekanan atmosfer (p_{atm}) dikurangi tekanan pengukuran (p_{gauge}). $p_{abs} = p_{atm} - p_{gauge}$.
3. 1 standar atmosfer = $1,01324 \times 10^6 \text{ dyne/cm}^2$
 $= 14,6959 \text{ lb/in}^2$
 $= 103332 \text{ kg/m}^2$
 $= 1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

2.6.2.1 Pengukuran Tekanan

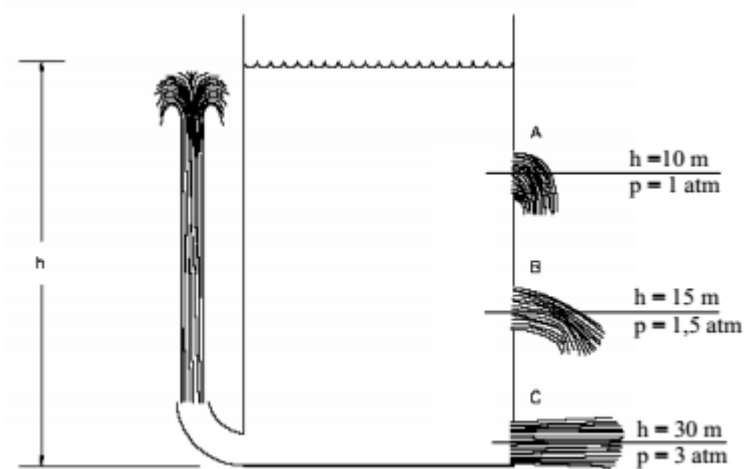
Cara pengukuran tekanan berdasarkan pada [1] tinggi kolom, [2]



Gambar 2.13 Manometer

sumber: Sularso dan Haruo Tahara 2000

2.6.2.2 Hubungan Tekanan dengan Ketinggian atau Kedalaman



Gambar 2.14 Hubungan tekanan dengan ketinggian

sumber: Sularso dan Haruo Tahara 2000

Apabila suatu benda berada pada kedalaman tertentu pada sebuah zat maka untuk menghitung besarnya tekanan dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$p = \frac{F}{A} \quad (7)$$

$$p = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} \text{ dengan } m = \rho V, \text{ untuk } V = AH$$

$$\text{maka perumusannya menjadi } p = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho AHg}{A} = \rho gH \quad (8)$$

dari rumus tersebut dapat diketahui bahwa tekanan suatu zat bergantung dari ketinggian atau kedalaman H.

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin dalam posisi lubang, tekanan air yang menyembur semakin besar. Perubahan tekanan dengan perubahan ketinggian tidak terlalu mencolok apabila zat mempunyai massa jenis kecil seperti udara atau gas.

2.6.3 Kekentalan.

Kekentalan atau viskositas merupakan sifat fluida yang menunjukkan kemampuan fluida untuk mengalir. Fluida dengan viskositas yang besar lebih sulit untuk mengalir dibandingkan dengan fluida dengan viskositas yang lebih kecil. Viskositas suatu fluida juga bergantung pada temperatur. Fluida yang memiliki viskositas besar pada temperatur yang tinggi, hal ini berkebalikan dengan fluida cair, dimana dengan kenaikan temperatur, viskositas zat cair itu semakin kecil. Viskositas dibagi menjadi dua yaitu :

a. Viskositas dinamik

Adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida, dirumuskan dengan :

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy} \quad (9)$$

Dimana μ = viskositas dinamik (kg/m.s)

τ = tegangan geser (N/m²)

du/dy = gradient kecepatan (m/s)

b. Viskositas kinematik

Adalah perbandingan antara viskositas dinamik dengan kerapatan fluida, dapat dirumuskan dengan :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (10)$$

Dimana ν = viskositas kinematik (m²/s)

μ = viskositas dinamik (kg/m.s)

ρ = Kerapatan Fluida (Kg/m³)

2.6.4 Tipe Aliran

Kondisi aliran fluida sangat tergantung dari kecepatan aliran fluida, semakin tinggi kecepatan akan mempengaruhi bentuk aliran, bentuk aliran akan berubah dari laminar menjadi turbulen. Besaran yang dapat menghubungkan antara kecepatan aliran, diameter penampang pipa dan kondisi fluida adalah angka Reynolds (Sularso, 1994).

$$RE = \frac{vD\rho}{\mu} \quad (11)$$

Dimana v = kecepatan aliran (m/s)

D = diameter pipa (m)

ρ = rapat massa fluida (kg/m³)

μ = viskositas dinamik (m²/s)

a. Aliran laminar

Adalah aliran fluida yang bergerak dalam beberapa lapisan dengan satu lapisan meluncur dengan lancar. Aliran laminar memiliki kisaran nilai bilangan Reynold kurang dari 2300 ($Re < 2300$).

b. Aliran Turbulen

Adalah aliran dimana pergerakan dari partikel-partikel dalam suatu fluida tidak menentu karena mengalami pencampuran serta putaran partikel antar lapisan,

yang kemudian mengakibatkan saling bertukar momentum dari suatu bagian fluida ke bagian fluida yang lainnya dalam jumlah skala yang besar. Nilai bilangan Reynoldnya lebih besar dari 4000 ($Re > 4000$).

c. Aliran Transisi

Adalah aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Keadaan peralihan ini tergantung pada kecepatan fluida, viskositas fluida dan hal-hal lainnya yang berkaitan dengan geometri aliran, dimana aliran ini memiliki nilai bilangan Reynold antara 2300 sampai 4000 ($2300 < Re < 4000$).

2.7 Kapasitas Pompa

Adalah banyaknya fluida yang dapat dipindahkan oleh pompa tiap satuan waktu. Kapasitas pompa dinyatakan dalam satuan volume persatuan waktu. Seperti :

1. Barel per Day (BPD)
2. Galon per Menit (GPM)
3. Liter per Jam (l/jam)
4. Meter Kubik per Detik ($m^3/detik$)

Dan kapasitas disini memiliki satuan sebagai berikut :

$$Q = \frac{V}{t} \quad (12)$$

dimana Q = kapasitas fluida (m^3/s)

V = Volume fluida (m^3)

t = Waktu (detik)

2.8 Head

Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus didapatkan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang pada umumnya dinyatakan satuan panjang. Menurut persamaan *Bernoulli* ada tiga macam head (energi) fluida pada sistem instalasi aliran. Head terdiri dari head ketinggian (Z), head kecepatan $\frac{v^2}{2g}$, dan head tekanan $\frac{p}{\rho g}$. Head ketinggian menyatakan energi potensial yang dibutuhkan untuk mendorong air setinggi (m) kolom air, head kecepatan menyatakan energi kinetik yang dibutuhkan untuk mengalirkan air setinggi (m) kolom air, sedangkan head tekanan adalah suatu energi aliran dari (m) kolom air yang memiliki berat sama dengan tekanan pada kolom (m) air tersebut.

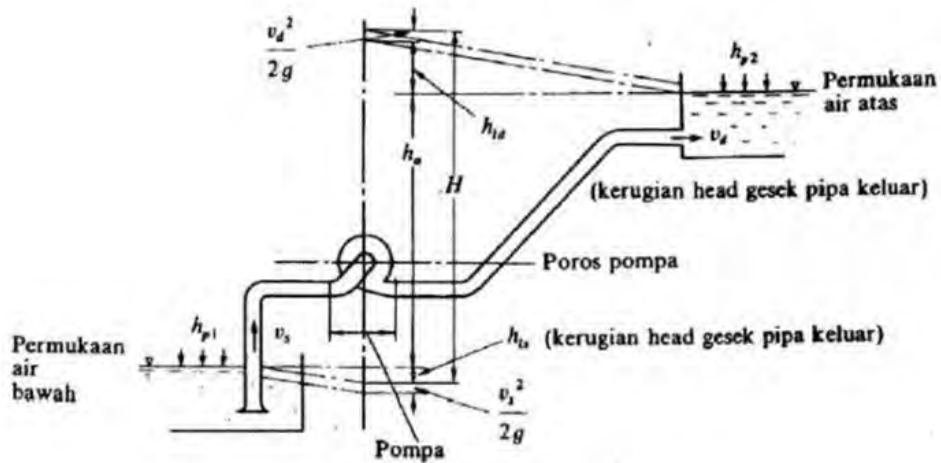
$$H = \frac{p}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g} \quad (13)$$

Dimana,

H = Head total pompa (m) Z = Head statis total (m)

$\frac{p}{\gamma}$ = Head tekanan (m) $\frac{v^2}{2g}$ = Head kecepatan (m)

Karena energi itu kekal, maka bentuk head (tinggi tekan) dapat bervariasi pada diameter penampang yang berbeda. Namun pada kenyataannya selalu ada rugi energi (loses)



Gambar 2.15 Instalasi pompa dan head total

Pada kondisi yang berbeda seperti gambar diatas maka persamaan *Bernoulli* dinyatakan pada istilah beberapa head sebagai berikut :

2.8.1 Head Tekanan

Head tekanan adalah perbedaan tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi tekan dengan tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi hisap. Head tekanan dapat dinyatakan menggunakan rumus :

$$H_{tek} = H_2 - H_1 \quad (14)$$

Dimana H_{tek} = Head tekanan total (m)

H_2 = Head tekanan sisi tekan (m)

H_1 = Head tekanan sisi isap (m)

2.8.2 Head Kecepatan

Head kecepatan adalah perbedaan antar kecepatan zat cair pada saluran tekan dengan kecepatan zat cair pada saluran isap. Head kecepatan dapat dinyatakan dengan rumus :

$$H_{kec} = \frac{v_d^2}{2.g} + \frac{v_s^2}{2.g} \quad (15)$$

Dimana H_{kec} = Head Kecepatan

$$\frac{v_d^2}{2.g} = \text{Kecepatan zat cair pada saluran tekan}$$

$$\frac{v_s^2}{2.g} = \text{Kecepatan zat cair pada saluran isap}$$

g = Percepatan gravitasi

2.8.3 Head Statis Total

Head statis total adalah perbedaan tinggi antara permukaan fluida pada sisi tekan dengan permukaan fluida pada sisi isap. Head statis total dapat dinyatakan dengan rumus :

$$Z = Z_d - Z_s \quad (16)$$

Dimana Z = Head Statis

Z_d = Head statis pada sisi tekan

Z_s = Head statis pada sisi isap

2.8.4 Head loses

Kerugian energi per satuan berat fluida pada aliran cairan dalam sistem perpipaan disebut sebagai kerugian head (head loses). Head loses terbagi menjadi dua yaitu :

2.8.4.1 Head Loses Mayor

Kerugian dalam pipa atau bisa disebut *major losses* adalah kerugian yang disebabkan oleh gesekan aliran di sepanjang jalur pipa. Untuk menghitung kerugian gesek dapat dirumuskan sebagai berikut (Fox dan Mc Donald, 1995) :

$$h_f = \frac{fLv^2}{2gD} \quad (17)$$

Dimana h_f = Kerugian gesek dalam pipa (m)

f = Koefisien kerugian gesek

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter dalam pipa (m)

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

2.8.4.2 Head Loses Minor

Merupakan kerugian head pada sambungan dan katup yang terdapat pada sepanjang sistem perpipaan. Untuk menghitung kerugian yang diakibatkan oleh sambungan dan katup di sepanjang perpipaan menggunakan rumus sebagai berikut :

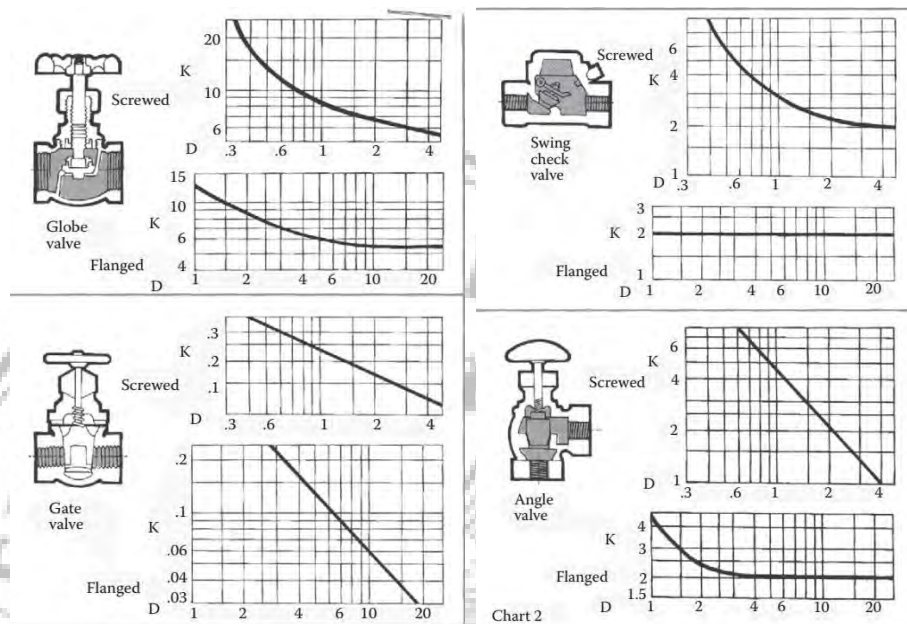
$$h_f = f \frac{v^2}{2g} \quad (18)$$

Dimana H_f = Kerugian gesek dalam pipa (m)

f = Koefisien kerugian

v = Kecepatan aliran fluida (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)



Gambar 2.16 Koefisien kerugian katup

Sumber : Michael Volk 2014

Kerugian head (*head loses*) ini sering terjadi pada :

1. Belokan

Pada belokan lengkung koefisien kerugian dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

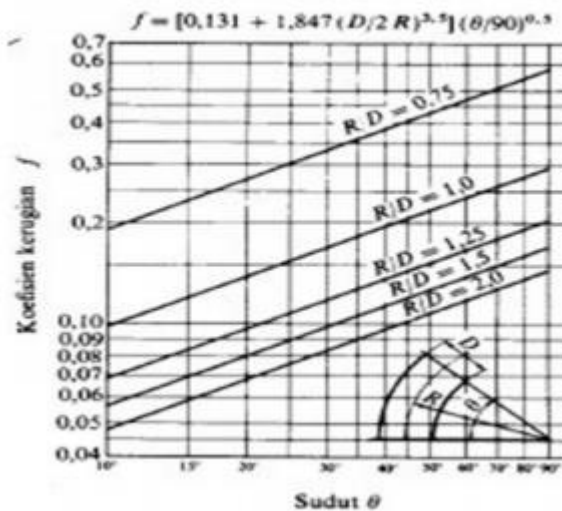
$$f = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \quad (19)$$

Dimana f = Koefisien kerugian

D = Diameter dalam pipa (m)

R = Jari-jari lengkung sumbu belokan (m)

Θ = Sudut belokan (°)



Grafik 2.2 koefisien kerugian belokan

Sementara itu, untuk belokan patah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$f = 0,946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2,047 \sin^4 \frac{\theta}{2} \quad (20)$$

Dimana, f = Koefisien kerugian

Θ = Sudut belokan (derajat kemiringan)

Θ°		5	10	15	22,5	30	45	60	90
f	halus	0,016	0,034	0,042	0,066	0,13	0,236	0,471	1,129
	kasar	0,024	0,44	0,062	0,154	0,165	0,32	0,684	1,265

Tabel 2.2 Koefisien kerugian belokan pipa

2.9 Daya Pompa

Daya pompa adalah besarnya energi per satuan waktu pada rangkaian suatu pompa untuk melakukan unjuk kerja. Ada beberapa pengertian daya , yaitu :

2.9.1 WHP (Water Horse Power)

Merupakan energi yang secara efektif diterima oleh fluida persatuan waktu.

Dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$WHP = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{102} \quad (21)$$

Dimana WHP = daya air (kW)

ρ = densitas air (kg/m³)

Q = Debit air (m³/jam)

H = Head Total (m)

2.9.2 BHP (Brake Horse Power)

Merupakan daya poros untuk menggerakkan sebuah pompa dapat dinyatakan sebagai berikut :

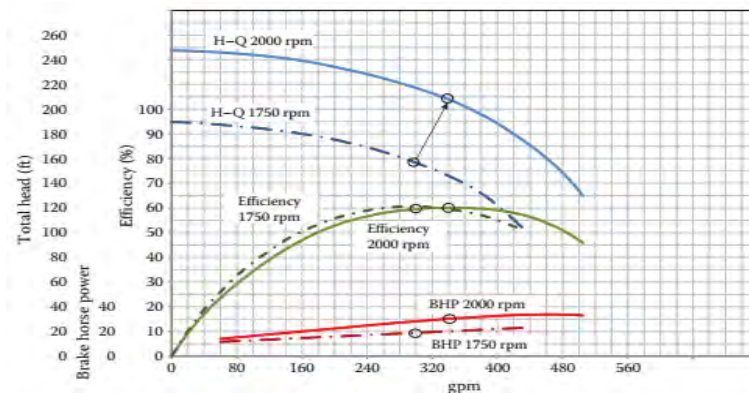
$$BHP = \frac{WHP}{\eta_p} \quad (22)$$

Dimana BHP = Daya Motor (kW)

η_p = Efisiensi pompa (pecahan)

Harga-harga standar efisiensi pompa η_p diberikan dalam Grafik 2.3.

Sedangkan efisiensi beberapa pompa jenis khusus harus diperoleh dari pabrik pembuatnya.



Grafik 2.3 Efisiensi Standar Pompa

Sumber : Michael Volk 2014

2.10 Elemen Pengukuran Tekanan

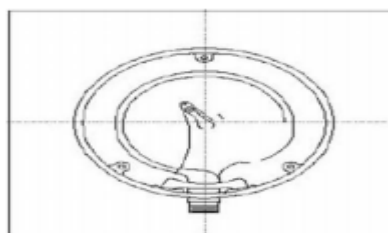
Untuk mengukur pressure/tekanan terdapat beberapa elemen pengukur, yaitu:

2.10.1 Tabung Bourdon

Tabung Bourdon adalah tabung dengan ujung tertutup yang mana apabila diberikan tekanan (*pressure*) bentuknya akan merenggang sesuai besarnya tekanan (*pressure*) yang diberikan, serta dapat kembali ke bentuk semula.

Terdapat beberapa bentuk tabung bourdon (*Bourdon Tube*), yaitu :

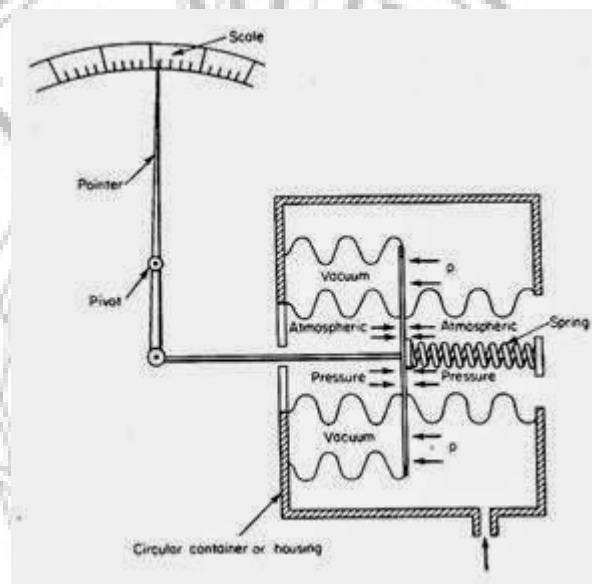
- Bourdon C : Bourdon tube dengan bentuk menyerupai huruf “C”
- Bourdon Spiral : Bourdon tube dengan bentuk spiral.
- Bourdon Helix : Bourdon tube dengan bentuk helikal.



Gambar 2.17 Tabung Bourdon

2.10.2 Bellows

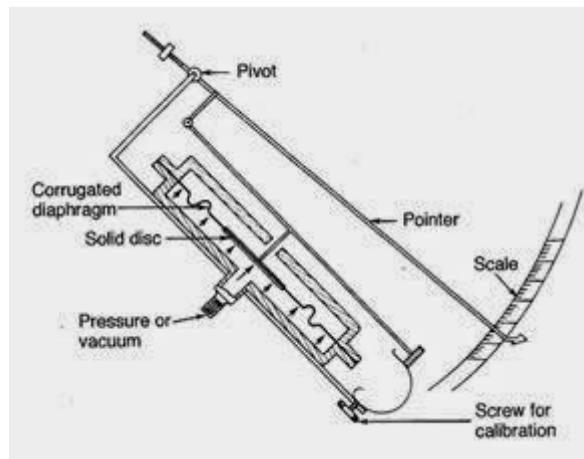
Bellows adalah elemen pengukur tekanan (*pressure*) yang mampu berdefleksi atau mengembang. Bellows akurat digunakan untuk mengukur tekanan gauge (P_{gauge}) dengan range antara absolute nol sampai pada tekanan maksimal 350 kPa. Terdiri atas sebuah tubing metal yang bisa mengembang searah mengikuti panjangnya pegas (*spring*). Bellows dengan diameter yang lebar bisa membaca tekanan rendah (*low pressure*) lebih baik daripada bourdon tube.



Gambar 2.18 Bellows

2.10.3 Diafragma

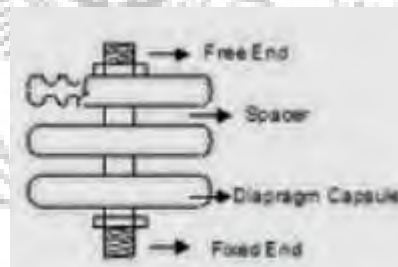
Diafragma adalah piringan fleksibel (*fleksibel disc*) yang berbentuk tipis (*flat diaphragm*) atau memiliki lipatan konsentris (*corrugated diaphragm*) seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.19 Diafragma

2.10.4 Kapsul Diafragma

Kapsul tersusun oleh dua buah diafragma yang dilas bersama-sama di sekitar lingkarannya. Sensitivitas kapsul meningkat secara proporsional dengan diameternya, yang pada umumnya memiliki diameter secara konvensional bervariasi antara 25 sampai 150 mm



Gambar 2.20 Kapsul Diafragma